

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛОЧЕНИЯ
ПОЛОСОВЫХ ПРОФИЛЕЙ ЧЕРЕЗ РОЛИКОВУЮ ВОЛОКУ

А.Г.Стукач, Л.М.Железняк, Ю.Н.Логинов, Ю.М.Крашенинников,
Г.Н.Покровская, К.П.Черных, В.И.Маркелов
Уральский политехнический институт

Роликовое волочение разнообразных простых и фасонных профилей получает все большее применение в отечественной и зарубежной промышленности. Это связано с рядом преимуществ процесса перед волочением через обычные волокни: увеличением единичных и суммарных вытяжек, частичной ликвидацией промежуточных отжигов, сокращением маршрутов волочения. При разработке технологии и конструирования роликовой волокни необходимо уметь определять усилие волочения, давление металла на ролики, в соответствии с этим

назначать вытяжку, а также проводить другие расчеты.

В работе [1] с использованием энергетического метода был рассмотрен процесс волочения полосы через волоку с неприводными роликами в условиях плоской деформации. В результате получены формулы для расчета основных технологических параметров волочения в роликовой волоке полос прямоугольного и трапецидального сечений:

напряжения волочения

$$\frac{p}{2\tau_s} = \left(\ln \lambda + \frac{\alpha}{2} \right) \left[1 + \frac{\mu}{\alpha} (2m - 1) \right]; \quad (1)$$

среднего удельного давления

$$\frac{p}{2\tau_s} = \frac{\ln \lambda + \frac{\alpha}{2}}{\lambda - 1}; \quad (2)$$

предельно допустимых вытяжек

$$\lambda_{\text{пред}} = \exp \left[\frac{1}{1 + \frac{\mu}{\alpha} (2m - 1)} - \frac{\alpha}{2} \right], \quad (3)$$

здесь λ - вытяжка;

α - полуугол охвата, рад;

μ - коэффициент внешнего трения;

m - параметр, характеризующий положение критического сечения и рассчитываемый по формуле:

$$m = 0,5 \left(1 + \frac{\mu_{\text{ц}}}{\mu} \cdot \frac{D_{\text{ц}}}{D_{\text{р}}} \right), \quad (4)$$

где $\mu_{\text{ц}}$ - коэффициент трения в цапфе, для подшипников качения обычно принимают $\mu_{\text{ц}} = 0,005 \dots 0,01$;

$D_{\text{р}}$ и $D_{\text{ц}}$ - диаметры ролика и его цапфы. Отношение $\frac{D_{\text{ц}}}{D_{\text{р}}}$ необ-

ходимо выбирать по возможности максимальным, так как это приводит к снижению усилия волочения. На практике целесообразно иметь $\frac{D_{\text{ц}}}{D_{\text{р}}} = 0,5$.

Сравнение формул (1) и (2) с аналогичными формулами для волочения полосы через обычную волоку, полученными также энергетическим методом в работе [2], показывает, что усилие волочения через роликовую волоку значительно меньше усилия при обычном волочении (рис.1). Это объясняется резким снижением мощности сил трения на поверхности инструмента при волочении через ролики.

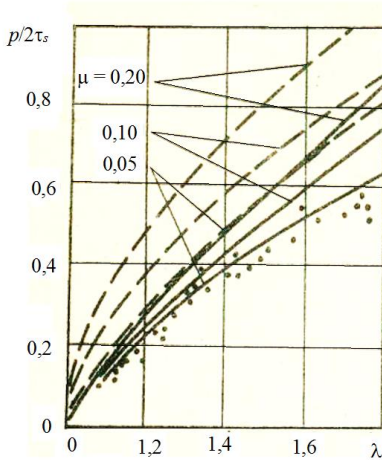


Рис. 1.
Опытные (точки) и расчетные (линии) значения $\frac{p}{2\tau_s}$ для роликового (—) и обычного (---) процессов волочения при $\mu_{ц} = 0,01$; $\alpha = 0,0872$ и $\frac{D_{ц}}{D_p} 0,5$

Так, например, при $m = 0,55 \dots 0,60$, что обычно встречается на практике, мощность сил трения при роликовом волочении в 5-10 раз меньше соответствующей мощности процесса обычного волочения.

Из формулы (4) легко установить, что с повышением μ величина m приближается к 0,5, и поэтому усилие волочения в роликах значительно слабее зависит от μ , чем при обычном волочении. Это означает, что при роликовом волочении влияние состояния поверхности инструмента на усилие не столь значительно, как при обычном волочении. Поэтому нет необходимости добиваться высокой чистоты инструмента - она должна обуславливаться требуемой чистотой поверхности изделия.

На рис. 2 приведена диаграмма предельных вытяжек $\lambda_{пред}$, построенная по формуле (3), а для сравнения помещены кривые предельных вытяжек для случая обычного волочения. Сравнение показывает: предельные вытяжки при роликовом волочении значительно выше, чем при обычном, что связано со снижением усилия волочения в роликах.

Полученные зависимости были проверены экспериментально. Как видно из рис.1, расчетные формулы хорошо согласуются с опытными значениями. Это свидетельствует о том, что приведенные выше формулы могут быть использованы для технологических расчетов роликового волочения и конструирования роликовых волок. Эти зависимости

были также положены в основу выбора подшипников - важного этапа проектирования роликовой волоки, особенно с учетом требования ее компактности [3].

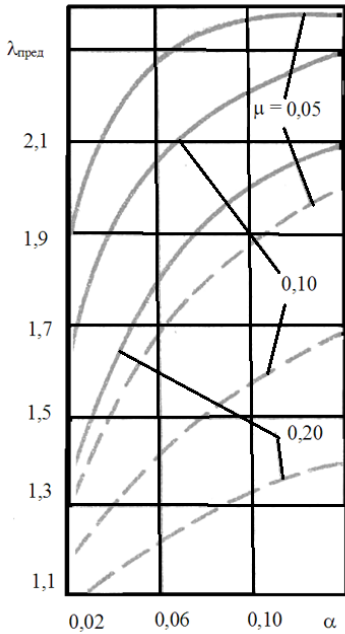


Рис.2.

Сравнение предельных
вытяжек роликового
(—) и обычного
(----) процессов воло-
чения при $\mu_{ц} = 0,01$ и
 $\frac{D_{ц}}{D_p} = 0,5$

На основе предложенной методики расчета технологических параметров и выбора подшипников спроектировали и изготовили промышленную 2-роликовую волоку для получения прямоугольных и трапецидальных полос шириной до 50 мм из меди и медных сплавов (рис. 3).

Волока состоит из двух станин I закрытого типа, жестко соединенных четырьмя шпильками 5, одного фиксированного и одного подвижного роликов 4. Нижний фиксированный ролик установлен с наклоном 3° на двухрядных конических подшипниках 6, помещенных в гнезда станин. Верхний ролик установлен на двухрядных сферических подшипниках 3, позволяющих изменять угол наклона ролика в пределах от -3 до $+7^\circ$. Внутренние кольца сферических подшипников плотно соединены с роликом гайками 7; наружное кольцо одного из подшипников (на рис. 3 – левого) зажимается крышкой в подушке 2, а другого – свободно передвигается в осевом направлении. Подушки

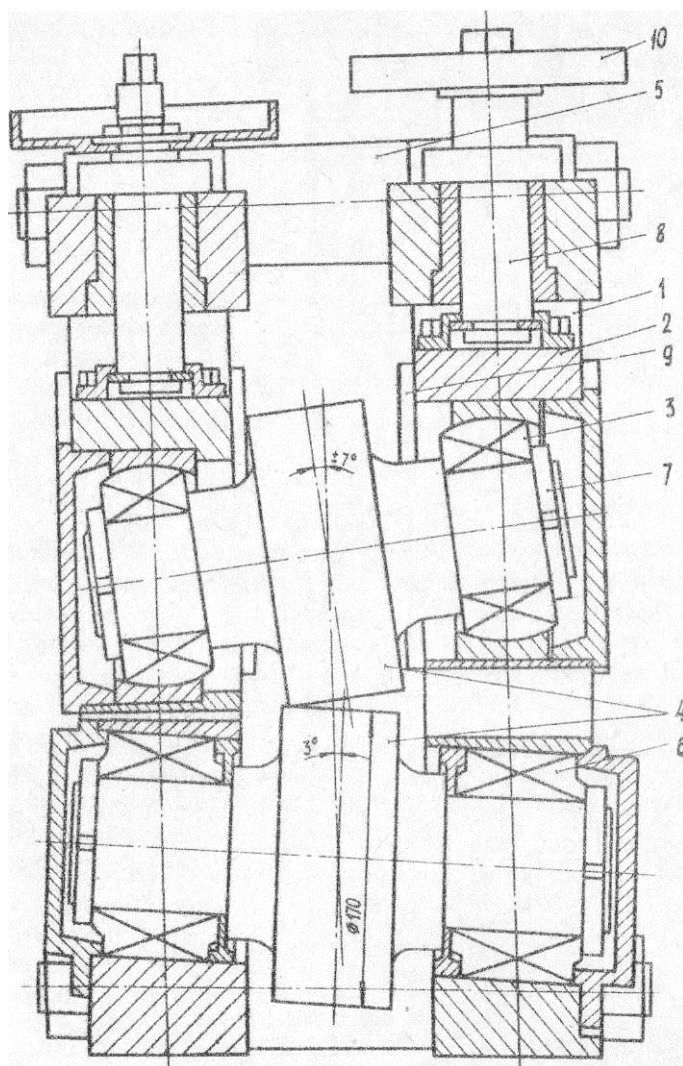


Рис. 3. Промышленная конструкция роликовой волоки

верхнего ролика перемещаются вертикально в окна станин нажимными винтами 8 и удерживаются от осевого смещения направляющими 9. Подушки подвешены к нажимным винтам посредством полукольцев и фланцев, что позволяло обойтись без уравнивающего устройства.

Регулировка толщины и угла протягиваемого профиля осуществляется вручную нажимными винтами по лимбам 10. Для удержания полосы в процессе волочения от бокового смещения волокна снабжена регулируемым вводным устройством (на рисунке не доказано).

Волоку установили на суппорте волочильного стана ВСГ-1/1000 и провели серию опытов по волочению прямоугольного и трапецидальных полос в заводских условиях. При этом определили жесткость волокна - важную характеристику с позиции обеспечения стабильности размеров профиля по длине изделия. Она оказалась равной ~ 100 т/мм, что вполне достаточно в пределах конкретной технологической задачи,

В связи со значительными разноименными допусками существующей заготовки, намного превышающими допуски на готовое изделие, рациональной технологической схемой представляется такая, когда после роликового волочения следует отделочное волочение на готовый размер из бухты через сборную или целикомую волокна на стане с отсекателем. Поэтому процесс волочения в роликовой волоке рассчитывали, ориентируясь на свободное уширение, в связи с чем проведено исследование уширения полос. Опыты показали, что небольшая величина уширения - около 1 мм, и некоторая его нестабильность (порядка нескольких десятых долей миллиметра) не препятствуют получению в отделочном проходе чистового профиля в соответствии с требованиями ГОСТа,

На этапе производственного внедрения роликовой волокна провели волочение опытно-промышленных партий трапецидальных (коллекторных) полос электротехнического назначения из меднокадмиевого сплава. Типичный представитель указанных: полос - 1,74x3,24x35 мм.

Полосы протягивали в роликовой волоке из бухтовой горячекатаной прямоугольной заготовки за один проход до предотделочных размеров, затем бухты отжигали в конвейерной печи с водяным затвором. Отделочное волочение через целикомые твердосплавные волокна проводили на цепном стане с отсекателем. Опытно-промышленные партии отправлены потребителям и успешно прошли производственные испытания. Следует отметить, что по существующей техноло-

гии эти изделия получают 3-5-кратным волочением горячепрессованных концевых заготовок через целиковые волокна на цепных станах. Волочение проводится с небольшими вытяжками, промежуточными отжигами после каждой протяжки, травлениями и т.д.

Использование роликового волочения коллекторных полос в бухтах позволило сократить число проходов до 2-3, ликвидировать ряд операций отжига и травления, повысить выход годного. Например, для коллекторной полосы с размерами 1,81х3,03х30 мм при переходе на волочение через роликовую волоку удастся сократить трудозатраты на 36%, при этом расход заработной платы уменьшается на 45%, а выход годного повышается на 4%.

Это свидетельствует о том, что применение роликового волочения в технологии производства полосовых профилей целесообразно и экономически выгодно.

Литература

1. Степаненко В.И., Стукач А.Г., Железняк Л.М. "Известия вузов. Черная металлургия", 1973, № 8, с. 97 - 103 с ил.
2. Степаненко В.И., Стукач А.Г., Железняк Л.М. "Известия вузов. Черная металлургия", 1972, № 8, с. 93 - 97 с ил.
3. Железняк Л.М., Степаненко В.И., Стукач А.Г. В сб.: "Обработка металлов давлением", вып. 1. Труды вузов Российской Федерации. Изд. УПИ, Свердловск, 1973, с. 118 - 124 с ил.